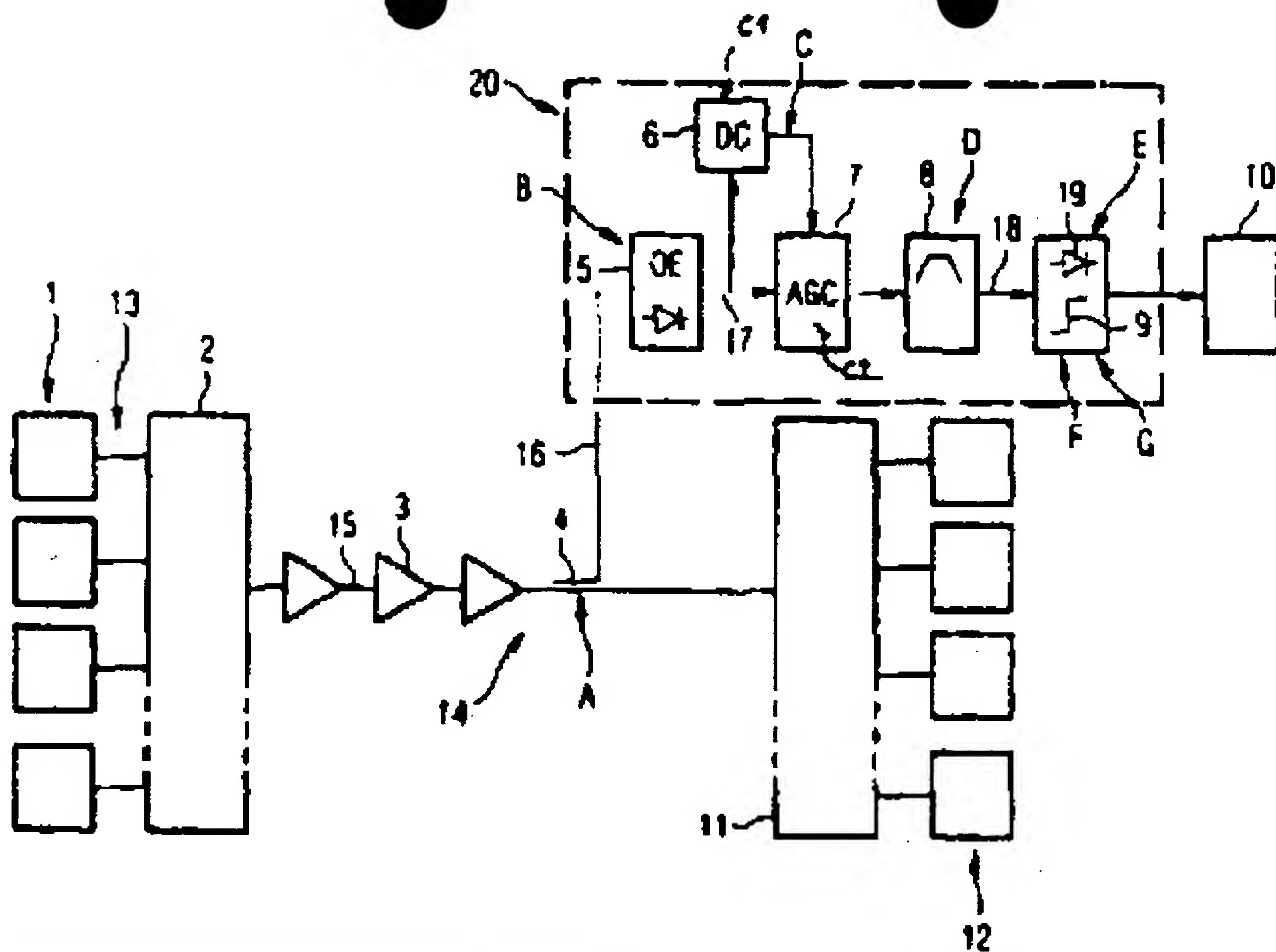


AN: PAT 2002-406442  
TI: Line breakage detection method for optical WDM-system  
verifies presence of pilot tone modulated on transmitted  
optical signal  
PN: **DE10046104-A1**  
PD: 04.04.2002  
AB: NOVELTY - The line breakage detection method has part of  
the transmitted optical signal (16), which is modulated by a  
pilot tone, converted into an electrical signal (17), which is  
filtered for provision of a regulation signal, used for  
amplitude regulation of the electrical signal, before filtering  
via a narrow-band filter (8) with a passband centered on the  
pilot tone. The filtered electrical signal (18) is rectified  
before detection of the pilot tone via a threshold detector (9),  
with a line breakage indicated when no pilot tone is detected.  
DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM for a line breakage  
detection device for an optical WDM-system is also included.;  
USE - The method is used for detecting a line breakage in an  
optical WDM-system with at least one optical amplifier and an  
optical transmission path. ADVANTAGE - The method provides  
simple detection of a line breakage by detection of the pilot  
signal. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a  
schematic block diagram of a pilot tone receiver in an optical  
signal transmission path. Narrow-band filter 8 Threshold  
detector 9 Transmitted optical signal 16 Electrical signal 17  
Filtered electrical signal 18  
PA: (SIEI ) SIEMENS AG;  
IN: THANHAEUSER G;  
FA: **DE10046104-A1** 04.04.2002; **DE10046104-C2** 29.08.2002;  
CO: DE;  
IC: H04B-010/08;  
MC: W02-C04B4B; W02-C04C1C;  
DC: W02;  
FN: 2002406442.gif  
PR: DE1046104 18.09.2000;  
FP: 04.04.2002  
UP: 10.09.2002





①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

①⑫ **Offenlegungsschrift**  
①⑩ **DE 100 46 104 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 04 B 10/08**

②① Aktenzeichen: 100 46 104.2  
②② Anmeldetag: 18. 9. 2000  
④③ Offenlegungstag: 4. 4. 2002

DE 100 46 104 A 1

⑦① Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:  
Thanhaeuser, Gerhard, 86415 Mering, DE

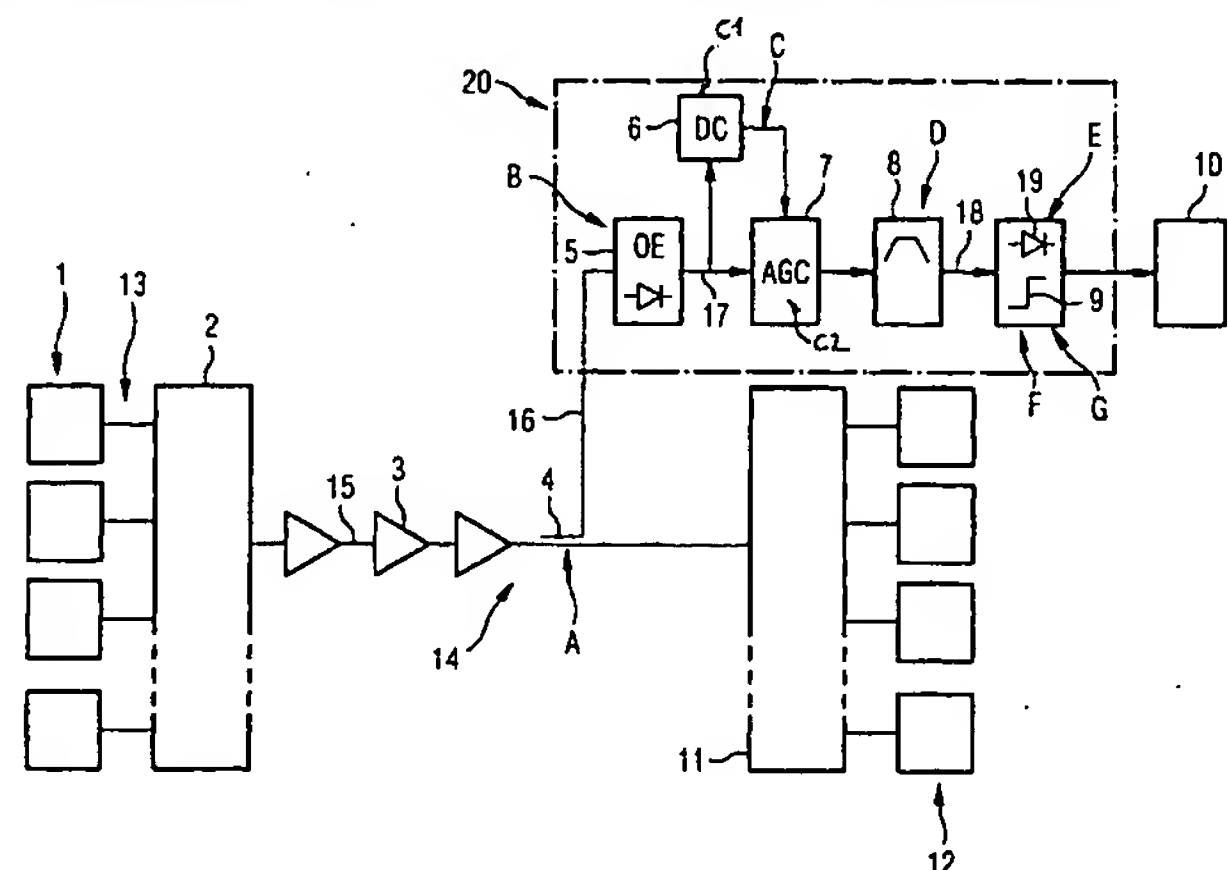
⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 42 22 270 A1  
EP 06 37 148 B1  
Hill, G.R. et al.: "A Transport Network Layer Based on Optical Network Elements", In: Journal of Lightwave Technology, Vol.11, No. 5/6, Mai/Juni 1993, S. 667-679;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Erkennung von Leitungsunterbrechungen in einem optischen WDM-System

⑤⑦ Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zur Erkennung von Leitungsunterbrechungen in einem optischen WDM-System mit mindestens einem optischen Verstärker (3) auf einer optischen Übertragungsstrecke (14), wobei mindestens einem der zu übertragenden optischen Signale (13) ein Pilotton aufmoduliert ist, mit folgenden Schritten: Auskoppeln (A) eines Teils des übertragenen, mit einem Pilotton modulierten optischen Signals (15); Umwandeln (B) des ausgekoppelten optischen Signals (16) in ein elektrisches Signal (17); Tiefpaßfilterung (C1) des elektrischen Signals (17) zur Erzeugung eines Regelsignals; Amplitudenregelung (C2) des elektrischen Signals (17) mit Hilfe des Regelsignals; Filtern (D) des geregelten elektrischen Signals in einem schmalen Frequenzbereich um die Frequenz des mindestens einen Pilottons; Gleichrichtung (E) des gefilterten elektrischen Signals (18); Ermittlung (F) des Vorhandenseins des mindestens einen Pilottons in einem Schwellwertdetektor (9) zum Erkennen (G) von Leitungsunterbrechungen auf der optischen Übertragungsstrecke aufgrund keines vorliegenden Pilottons.



DE 100 46 104 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung befaßt sich mit einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Erkennung von Leitungsunterbrechungen in einem optischen WDM-System mit mindestens einem optischen Verstärker auf einer optischen Übertragungsstrecke, wobei mindestens einem der zu übertragenden Signale ein Pilotton aufmoduliert ist.

[0002] In optischen Übertragungssystemen müssen in vielen Fällen Leitungsunterbrechungen erkannt werden und zum Abschalten von Lasern bzw. optischen Verstärkungen führen, um Personengefährdungen zu vermeiden. Solche Maßnahmen sind unter der Bezeichnung "automatic laser shutdown (ALS)" Bestandteil internationaler Standards.

[0003] Aus der EP 0 637 148 B1 ist es bekannt, kanalindividuelle Identifikationssignale, wie beispielsweise Pilottöne, zur Regelung von optischen Verstärkern zu verwenden. Das aus verschiedenen Wellenlängen durch einen Multiplexer zusammengesetzte Übertragungssignal weist Identifikationssignale auf, wobei jeder einzelnen Wellenlänge ein charakteristisches Identifikationssignal zugeordnet ist. Auf einer optischen Übertragungsstrecke werden in optischen Verstärkern Überprüfungen vorgenommen, ob jedes einzelne Identifikationssignal noch im Übertragungssignal enthalten ist. Dafür wird eine Detektoreinrichtung zur Rückgewinnung des Identifikationssignals für jede einzelne Wellenlänge verwendet. Hierzu ist eine schmalbandige Filterung notwendig, um kanalindividuelle Informationen am Ausgang des gemeinsamen optischen Detektor zu erhalten. Ein solches Verfahren und eine solche Anordnung sind jedoch äußerst aufwendig zu realisieren und somit kostenintensiv.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, die eine Leitungsunterbrechung einfacher detektieren können.

[0005] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 5 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0006] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ein Teil eines übertragenen optischen Signals aus einer optischen Übertragungsstrecke ausgekoppelt. Das übertragene optische Signal weist einzelne, durch ein Multiplexer zusammengefaßte Wellenlängen auf, wobei mindestens einem der übertragenen optischen Signalen ein Pilotton zugeordnet ist. Nach dem Umwandeln des ausgekoppelten optischen Signals in ein elektrisches Signal wird dessen Gleichstromanteil als Regelkriterium für eine Amplitudenregelung verwendet. Der Gleichstromanteil entspricht der Summe der optischen Leistungen der einzelnen Signale sowie eines Geräusches, beispielsweise durch amplified spontaneous emission (ASE). Damit ist gewährleistet, daß die Auswerteschaltung übersteuerungssicher ist. Bei einer Unterbrechung der Strecke vor einem optischen Verstärker könnte dieser bis zu seiner Sättigungsgrenze ASE emittieren. Das damit erzeugte Rauschen könnte das Vorhandensein eines Signals vortäuschen. Das ASE enthält jedoch neben seiner Gleichstromkomponente eine Rauschleistung derselben Größe. Diese ist über eine große Bandbreite als weißes Rauschen verteilt. Durch ein Filtern des elektrischen Signals in einem schmalen Frequenzbereich um die Frequenz eines Pilottons herum, wird erreicht, daß nur ein sehr geringer Anteil des ASE durchgelassen wird, der im Gegensatz zu einem in diesem schmalen Band liegenden Pilotton eine viel geringere Leistung aufweist. Nach einer Gleichrichtung des gefilterten Signals kann somit das Vorhandensein zumindest eines Pilottons in einem Schwellwertdetektor überprüft werden. Dies gilt, obwohl die Gesamtleistung des

ASE weit über der Leistung des Pilottons liegt, da die Summenleistung des ASE vorab durch den Gleichstromanteil abgeregelt wurde. Somit ist es ausreichend, wenn mindestens ein einziger Pilotton detektiert wird, wodurch sich der realisierungstechnische Aufwand gegenüber dem Stand der Technik auf einen einzigen Bandpass und einen Summendetektor reduziert. Der bisher betriebene Aufwand für die kanalindividuelle Filterung und Auswertung entfällt somit, was zu einer großen Kostenersparnis führt.

[0007] Vorteilhaft ist es, wenn die Amplitudenregelung als Regelungskriterium den Gleichstromanteil des elektrischen Signals verwendet, insbesondere durch eine tiefpassgefilterte DC-Komponente erfolgt. Dadurch wird eine zuverlässige und preiswerte Regelung erreicht, bei der gewährleistet ist, daß die Auswerteschaltung übersteuerungssicher ist.

[0008] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Pilottöne in einem schmalen Frequenzband zwischen 10 kHz und 30 kHz und unterhalb 100 kHz liegen. Der Filteraufwand auf der Empfangsseite der Signalerkennung ist hierdurch äußerst gering. Trotz einer geringen Leistung eines Pilottons ist die Auswertung sehr sicher, da die empfangsseitige Bandbreite gegenüber der äquivalenten Signalbandbreite des übertragenen Signals sehr gering ist. Diese geringe Bandbreite schützt auch gegen ein breitbandiges Geräusch, das beispielsweise vom ASE herrührt.

[0009] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn der Mindestabstand zwischen den Pilottönen 50 Hz beträgt. Dadurch wird vermieden, daß tieffrequente Schwebungen entstehen.

[0010] Weiterhin wird die Aufgabe durch eine Vorrichtung gelöst, die in der Übertragungsstrecke einen Pilottonempfänger aufweist, bei dem sich an einen opto-elektrischen Wandler ein Amplitudenregler, ein Tiefpaßfilter, ein Bandpassfilter, ein Gleichrichter und ein Schwellwertdetektor anschließen. Dadurch kann eines der oben genannten Verfahren durchgeführt werden.

[0011] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sind Gegenstand des anhand der Figur beschriebenen Ausführungsbeispiels der Erfindung. Die einzige Figur zeigt:

[0012] Ein Blockdiagramm eines erfindungsgemäßen Pilottonempfängers in einer Übertragungsstrecke für optische Signale.

[0013] In einer Vielzahl von optischen Sendern 1 wird jeweils ein Pilotton einem zu übertragenden Signal aufmoduliert. Die einzelnen Pilottöne sind voneinander verschieden, wobei sie einen Abstand von mindestens 50 Hz aufweisen. Sie liegen in einem Frequenzband mit einer Breite zwischen 10 kHz und 30 kHz. Die Lage des Frequenzbandes ist unterhalb 100 kHz angeordnet. Jeder einzelne Pilotton weist eine Leistung auf, die bei einigen Prozent der Gesamtleistung des jeweiligen Einzelsignals 13 liegt.

[0014] Die zu übertragenden Einzelsignale 13 werden in einem Multiplexer 2 zu einem einzigen übertragenen optischen Signal 15 zusammengefaßt. Das übertragene optische Signal 15 wird auf einer Übertragungsstrecke 14 von mehreren optischen Verstärkern 3 zwischenverstärkt. Am Ende der Übertragungsstrecke 14 wird das übertragene optische Signal 15 in einem Demultiplexer 11 wieder in seine ursprünglichen einzelnen Signale aufgeteilt und in einer Anzahl optischer Empfänger 12, die der Anzahl der optischen Sender 1 entspricht, empfangen.

[0015] Zur Überprüfung, ob eine Leitungsunterbrechung in der Übertragungsstrecke 14 vorliegt, findet ein Auskoppeln A in einem Splitter 4 statt. Dadurch wird ein Teil des übertragenen optischen Signals 15 als ausgekoppeltes optisches Signal 16 einem Pilottonempfänger 20 zugeleitet.

[0016] Im Pilottonempfänger 20 findet ein Umwandeln B des ausgekoppelten optischen Signals 16 in einem opto-



elektrischen Wandler 5 zu einem elektrischen Signal 17 statt.

[0017] Das elektrische Signal 17 wird einer Tiefpaßfilterung C1 und einer Amplitudenregelung C2 unterworfen. Dies geschieht in einem Tiefpaßfilter 6 bzw. in einem Amplitudenregler 7, der durch das mit Hilfe des Tiefpaßfilters 6 gewonnene Regelsignal abgeregelt wird. Dadurch wird als Regelkriterium der Gleichlichtanteil verwendet, der die Summe der optischen Leistungen der Signale und des Geräusches, insbesondere des ASE, repräsentiert. Eine solche Abregelung ist nötig, da bei einer Unterbrechung der Leitung vor einem optischen Verstärker, dieser bis zu seiner Sättigungsgrenze ASE emittiert. Das damit erzeugte Rauschen hat eine Leistung, die ein Vorhandensein eines Signales vortäuschen könnte.

[0018] In einem anschließenden Bandpassfilter 8 findet ein Filtern D des elektrischen Signals 17 statt. Das Bandpassfilter 8 lässt nur Frequenzen im Bereich der Pilotöne, d. h. zwischen 10 kHz und 30 kHz durch. Dadurch wird zum einen die gesamte Leistung der Pilotöne durchgelassen, jedoch nur ein äußerst geringer Anteil des ASE. Das ASE enthält nämlich neben seiner Gleichstromkomponente, die die mittlere Leistung repräsentiert, zusätzlich eine Rauschleistung derselben Größenordnung. Diese Rauschleistung ist jedoch, je nach optischer Bandbreite des emittierten ASE, über eine Bandbreite von ein bis einigen hundert Gigahertz als weißes Rauschen verteilt. Der Anteil des ASE, der in eine beispielsweise 10 kHz bis 30 kHz breite Auswertung hineinfällt, ist dann zu vernachlässigen. Außerdem ist die empfangsseitige Bandbreite, z. B. 10 kHz, gegenüber der äquivalenten Signalbandbreite von ca. 1,5 GHz bei einem Signal von 2,5 Gbit/s sehr gering. Selbst der sehr kleine Anteil von nur einigen Prozent des Pilotons an diesem Signal reicht deshalb aus, um ein Vorliegen desselben sicher feststellen zu können.

[0019] Dafür wird das gefilterte elektrische Signal 18 zum Gleichrichten E einem Gleichrichter 19 und daran anschließend zum Erkennen F einem Schwellwertdetektor 9 zugeführt. Der Schwellwertdetektor 9 erkennt die Anwesenheit von mindestens einem Piloton, falls eine Unterbrechungsfreiheit der Strecke vorliegt.

[0020] Nach dem Feststellen G, ob ein Piloton vorliegt oder nicht, wird dies einer Steuervorrichtung 10 außerhalb des Pilotonempfängers 20 zugeleitet, die bei einer Leitungsunterbrechung sofort ein ALS durchführen kann.

– Ermittlung (F) des Vorhandenseins des mindestens einen Pilotons in einem Schwellwertdetektor (9) zum Erkennen (G) von Leitungsunterbrechungen auf der optischen Übertragungsstrecke aufgrund keines vorliegenden Pilotons.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Amplitudenregelung (C2) als Regelsignal der Gleichstromanteil des elektrischen Signals (17) verwendet wird, wobei der Gleichstromanteil insbesondere durch ein Tiefpaßfilter (6) ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Pilotöne in einem schmalen Frequenzband zwischen 10 kHz und 30 kHz und unterhalb 100 kHz liegen.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Mindestabstand zwischen den Pilotönen 50 Hz beträgt.

5. Vorrichtung zur Durchführung eines der vorgenannten Verfahren mit einem Splitter (4) in der Übertragungsstrecke (14) des übertragenen optischen Signals (15) und mit einem Pilotempfänger (20), der einen opto-elektrischen Wandler (5) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß sich an den opto-elektrischen Wandler (5) im Pilotempfänger (20) ein Amplitudenregler (7), ein Tiefpaßfilter (6), ein Bandpassfilter (8), ein Gleichrichter (19) und ein Schwellwertdetektor (9) anschließen.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Tiefpaßfilter (6) mit dem Ausgang des optoelektrischen Wandlers (5) und mit dem Amplitudenregler (7) verbunden ist.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung von Leitungsunterbrechungen in einem optischen WDM-System mit mindestens einem optischen Verstärker (3) auf einer optischen Übertragungsstrecke (14), wobei mindestens einem der zu übertragenden optischen Signale (13) ein Piloton aufmoduliert ist, mit folgenden Schritten:

- Auskoppeln (A) eines Teils des übertragenen, mit einem Piloton modulierten optischen Signals (15);
- Umwandeln (B) des ausgekoppelten optischen Signals (16) in ein elektrisches Signal (17);
- Tiefpaßfilterung (C1) des elektrischen Signals (17) zur Erzeugung eines Regelsignals;
- Amplitudenregelung (C2) des elektrischen Signals (17) mit Hilfe des Regelsignals;
- Filtern (D) des geregelten elektrischen Signals in einem schmalen Frequenzbereich um die Frequenz des mindestens einen Pilotons;
- Gleichrichtung (E) des gefilterten elektrischen Signals (18)

